

日 本 国 特 許 庁  
JAPAN PATENT OFFICE

71046 U.S. PTO  
09/943389  
08/30/01

別紙添付の書類に記載されている事項は下記の出願書類に記載されている事項と同一であることを証明する。

This is to certify that the annexed is a true copy of the following application as filed with this Office

出 願 年 月 日

Date of Application:

2000年 9月 7日

出 願 番 号

Application Number:

特願2000-271321

出 願 人

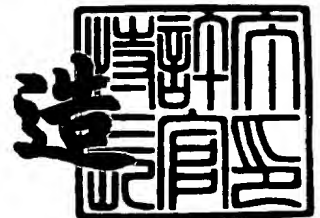
Applicant(s):

株式会社村田製作所

2001年 6月18日

特許庁長官  
Commissioner,  
Japan Patent Office

及 川 耕 造



出証番号 出証特2001-3056887

【書類名】	特許願
【整理番号】	100124
【提出日】	平成12年 9月 7日
【あて先】	特許庁長官殿
【国際特許分類】	H05K 3/46
【発明者】	
【住所又は居所】	京都府長岡京市天神二丁目26番10号 株式会社村田製作所内
【氏名】	坂本 禎章
【発明者】	
【住所又は居所】	京都府長岡京市天神二丁目26番10号 株式会社村田製作所内
【氏名】	砂原 博文
【発明者】	
【住所又は居所】	京都府長岡京市天神二丁目26番10号 株式会社村田製作所内
【氏名】	鷹木 洋
【特許出願人】	
【識別番号】	000006231
【氏名又は名称】	株式会社村田製作所
【代表者】	村田 泰隆
【代理人】	
【識別番号】	100085143
【弁理士】	
【氏名又は名称】	小柴 雅昭
【電話番号】	06-6779-1498
【手数料の表示】	
【予納台帳番号】	040970
【納付金額】	21,000円

【提出物件の目録】

【物件名】	明細書	1
【物件名】	図面	1
【物件名】	要約書	1
【プルーフの要否】	要	

【書類名】 明細書

【発明の名称】 多層セラミック基板およびその製造方法ならびに電子装置

【特許請求の範囲】

【請求項 1】 低温焼結セラミック材料を含み、かつ積層された、複数の基体用グリーン層と、前記基体用グリーン層の特定のものの主面に接するように配置され、かつ前記低温焼結セラミック材料の焼結温度では焼結しない無機材料を含む、拘束用グリーン層と、前記基体用グリーン層に関連して設けられる、配線導体とを備える、生の積層体を作製する、積層体作製工程と、

前記生の積層体を、前記低温焼結セラミック材料が焼結する温度条件下で焼成する、焼成工程と

を備え、

前記低温焼結セラミック材料と前記無機材料とは、前記焼成工程において互いに化学的に反応するものであり、

前記焼成工程において、前記基体用グリーン層と前記拘束用グリーン層との界面に沿って、前記低温焼結セラミック材料と前記無機材料とが互いに化学的に反応して生成された反応層が形成されることを特徴とする、多層セラミック基板の製造方法。

【請求項 2】 前記反応層は、前記低温焼結セラミック材料に含まれる成分元素と前記無機材料に含まれる成分元素とから生成された結晶相を含む、請求項 1 に記載の多層セラミック基板の製造方法。

【請求項 3】 前記低温焼結セラミック材料は、ホウケイ酸ガラスを含み、前記無機材料は、マグネシア、ジルコニア、酸化亜鉛、酸化ニッケル、酸化ランタン、酸化コバルト、酸化クロム、酸化チタン、酸化鉄、酸化カルシウム、炭化ケイ素、炭化ホウ素、炭化タングステン、窒化ケイ素および窒化ホウ素から選ばれた少なくとも 1 種またはこれら 2 種以上の複合酸化物を含む、請求項 2 に記載の多層セラミック基板の製造方法。

【請求項 4】 前記低温焼結セラミック材料は、アルミナを含み、前記無機材料は、マグネシアまたは酸化コバルトを含む、請求項 2 に記載の多層セラミック基板の製造方法。

【請求項 5】 前記反応層は、前記低温焼結セラミック材料および前記無機材料のいずれか一方に含まれるガラス相、アモルファス相または結晶相に、いずれか他方に含まれる成分元素が拡散、溶解または固溶することによって生成される、請求項 1 に記載の多層セラミック基板の製造方法。

【請求項 6】 前記低温焼結セラミック材料は、ホウケイ酸ガラスを含み、前記無機材料は、粒径 1 0 0 n m 以下のアルミナ粉末を含む、請求項 5 に記載の多層セラミック基板の製造方法。

【請求項 7】 前記焼成工程において、1 5℃/分以下の昇温速度が適用される、請求項 1 ないし 6 のいずれかに記載の多層セラミック基板の製造方法。

【請求項 8】 前記焼成工程において、最高温度での保持時間が 1 0 分以上に選ばれる、請求項 1 ないし 7 のいずれかに記載の多層セラミック基板の製造方法。

【請求項 9】 前記積層体作製工程において作製される前記生の積層体に備える前記拘束用グリーン層は、前記積層体の積層方向における両端に位置するように配置されるものを含み、前記焼成工程の後、前記積層体の積層方向における両端に位置するように配置された前記拘束用グリーン層および前記反応層の少なくとも一部を除去する工程をさらに備える、請求項 1 ないし 8 のいずれかに記載の多層セラミック基板の製造方法。

【請求項 1 0】 前記焼成工程の後、前記積層体の外表面上に搭載されるべき電子部品を実装する工程をさらに備える、請求項 1 ないし 9 のいずれかに記載の多層セラミック基板の製造方法。

【請求項 1 1】 請求項 1 ないし 1 0 のいずれかに記載の製造方法によって得られた、多層セラミック基板。

【請求項 1 2】 請求項 1 1 に記載の多層セラミック基板と、前記多層セラミック基板を実装するマザーボードとを備える、電子装置。

【発明の詳細な説明】

【0 0 0 1】

【発明の属する技術分野】

この発明は、多層セラミック基板およびその製造方法、ならびにこのような多

層セラミック基板を備える電子装置に関するもので、特に、いわゆる無収縮プロセスによって製造される多層セラミック基板において生じ得る反りを防止するための改良に関するものである。

## 【 0 0 0 2 】

## 【従来の技術】

多層セラミック基板は、複数の積層されたセラミック層を備えている。このような多層セラミック基板には、種々の形態の配線導体が設けられている。配線導体としては、たとえば、多層セラミック基板の内部において、セラミック層間の特定の界面に沿って延びる内部導体膜が形成されたり、特定のセラミック層を貫通するように延びるビアホール導体が形成されたり、また、多層セラミック基板の外表面上において延びる外部導体膜が形成されたりしている。

## 【 0 0 0 3 】

多層セラミック基板は、半導体チップ部品やその他のチップ部品等を搭載し、これらの電子部品を相互に配線するために用いられている。上述した配線導体は、この相互配線のための電氣的経路を与えている。

## 【 0 0 0 4 】

また、多層セラミック基板には、たとえばコンデンサ素子やインダクタ素子のような受動部品が内蔵されることがある。この場合には、上述した配線導体としての内部導体膜やビアホール導体の一部によって、これらの受動部品が与えられる。

## 【 0 0 0 5 】

多層セラミック基板は、たとえば、移動体通信端末機器の分野において、LCR複合化高周波部品として用いられったり、コンピュータの分野において、半導体ICチップのような能動素子とコンデンサやインダクタや抵抗のような受動素子とを複合化した部品として、あるいは単なる半導体ICパッケージとして用いられったりしている。

## 【 0 0 0 6 】

より具体的には、多層セラミック基板は、PAモジュール基板、RFダイオードスイッチ、フィルタ、チップアンテナ、各種パッケージ部品、複合デバイス等

の種々の電子部品を構成するために広く用いられている。

【0007】

多層セラミック基板をより多機能化、高密度化、高性能化するためには、上述したような配線導体を高密度に配置することが有効である。

【0008】

しかしながら、多層セラミック基板を得るためには、必ず、焼成工程を経なければならないが、このような焼成工程においては、セラミックの焼結による収縮が生じ、この収縮は多層セラミック基板全体において均一に生じにくく、そのため、配線導体において不所望な変形や歪みがもたらされることがある。このような配線導体において生じる変形や歪みは、上述のような配線導体の高密度化を阻害してしまう。

【0009】

そこで、多層セラミック基板を製造するにあたって、焼成工程において多層セラミック基板の主面方向での収縮を実質的に生じさせないようにすることができる、いわゆる無収縮プロセスを適用することが提案されている。

【0010】

無収縮プロセスによる多層セラミック基板の製造方法においては、たとえば1000℃以下の温度で焼結可能な低温焼結セラミック材料が用意されるとともに、上述の低温焼結セラミック材料の焼結温度では焼結しない、収縮抑制用として機能する無機材料が用意される。そして、焼成することによって目的とする多層セラミック基板となる生の積層体を作製するにあたっては、低温焼結セラミック材料を含み、かつ積層された、複数の基体用グリーン層の特定のものの主面に接するように、無機材料を含む拘束用グリーン層が配置され、また、基体用グリーン層に関連して、配線導体が設けられる。

【0011】

上述のようにして得られた生の積層体は、次いで、焼成される。この焼成工程において、拘束用グリーン層に含まれる無機材料は実質的に焼結しないため、拘束用グリーン層においては、収縮が実質的に生じない。このようなことから、拘束用グリーン層が基体用グリーン層を拘束し、それによって、基体用グリーン層

は、厚み方向にのみ実質的に収縮するが、主面方向での収縮が抑制される。その結果、生の積層体を焼成して得られた多層セラミック基板において不均一な変形がもたらされにくくなり、そのため、配線導体において不所望な変形や歪みがもたらされにくくすることができ、配線導体の高密度化を可能にする。

#### 【0012】

##### 【発明が解決しようとする課題】

しかしながら、上述した焼成工程において、基体用グリーン層と拘束用グリーン層との間での接合力が不足するとき、拘束用グリーン層による拘束作用が基体用グリーン層に十分に伝わらず、そのため、十分な収縮抑制効果が得られないことがある。このような場合には、得られた多層セラミック基板において、たとえば反りといった不所望な変形がもたらされる。

#### 【0013】

そこで、この発明の目的は、上述したような問題を解決し得る多層セラミック基板の製造方法、この製造方法によって得られた多層セラミック基板、ならびにこのような多層セラミック基板を備える電子装置を提供しようとすることである。

#### 【0014】

##### 【課題を解決するための手段】

この発明は、低温焼結セラミック材料を含み、かつ積層された、複数の基体用グリーン層と、基体用グリーン層の特定のものの主面に接するように配置され、かつ低温焼結セラミック材料の焼結温度では焼結しない無機材料を含む、拘束用グリーン層と、基体用グリーン層に関連して設けられる、配線導体とを備える、生の積層体を作製する、積層体作製工程と、生の積層体を、低温焼結セラミック材料が焼結する温度条件下で焼成する、焼成工程とを備える、多層セラミック基板の製造方法にまず向けられるものであって、上述した技術的課題を解決するため、次のような構成を備えることを特徴としている。

#### 【0015】

すなわち、低温焼結セラミック材料と無機材料とは、焼成工程において互いに化学的に反応するものであり、焼成工程において、基体用グリーン層と拘束用グ

グリーン層との界面に沿って、低温焼結セラミック材料と無機材料とが互いに化学的に反応して生成された反応層が形成されることを特徴としている。

## 【0016】

上述した反応層とは、基体用グリーン層に含まれる低温焼結セラミック材料の成分元素と拘束用グリーン層に含まれる無機材料の成分元素とが、原子レベルで混じり合っている部分を指すもので、たとえば、基体用グリーン層に含まれる低温焼結セラミック材料の一部が拘束用グリーン層内へ毛細管現象等に基づき単に浸透している状態とは区別されるべきである。

## 【0017】

上述のような原子レベルでの混じり合いには、低温焼結セラミック材料に含まれる成分元素と無機材料に含まれる成分元素とから新たな結晶相を生成する場合と、そうでない場合とがある。

## 【0018】

結晶相を生成しない場合として、低温焼結セラミック材料および無機材料のいずれか一方に含まれるガラス相、アモルファス相または結晶相に、いずれか他方に含まれる成分元素が拡散、溶解または固溶する場合がある。

## 【0019】

このようなことから、反応層を形成するためには、基体用グリーン層に含まれる低温焼結セラミック材料と拘束用グリーン層に含まれる無機材料との組み合わせが重要である。

## 【0020】

たとえば、低温焼結セラミック材料が、ホウケイ酸ガラスを含み、無機材料が、マグネシア、ジルコニア、酸化亜鉛、酸化ニッケル、酸化ランタン、酸化コバルト、酸化クロム、酸化チタン、酸化鉄、酸化カルシウム、炭化ケイ素、炭化ホウ素、炭化タングステン、窒化ケイ素および窒化ホウ素から選ばれた少なくとも1種またはこれら2種以上の複合酸化物を含む場合、あるいは、低温焼結セラミック材料が、アルミナを含み、無機材料が、マグネシアまたは酸化コバルトを含む場合には、前述したような新たな結晶相を生成した反応層を形成することができる。

## 【 0 0 2 1 】

他方、低温焼結セラミック材料が、ホウケイ酸ガラスを含み、無機材料が、粒径 1 0 0 n m 以下のアルミナ粉末を含む場合、アルミナが、低温焼結セラミック材料に含まれるホウケイ酸ガラスによって与えられるガラス相に溶解して、反応層を形成することができる。

## 【 0 0 2 2 】

この発明を適用して反応層をより確実に形成できるようにするためには、焼成工程において、1 5℃/分以下の昇温速度が適用されることが好ましく、また、最高温度での保持時間が 1 0 分以上に選ばれることが好ましい。

## 【 0 0 2 3 】

また、積層体作製工程において作製される生の積層体に備える拘束用グリーン層が、積層体の積層方向における両端に位置するように配置される場合には、焼成工程の後、これら拘束用グリーン層および反応層の少なくとも一部を除去することが好ましい。

## 【 0 0 2 4 】

また、この発明に係る多層セラミック基板の製造方法は、積層工程の後、積層体の外表面上に搭載されるべき電子部品を実装する工程をさらに備えていてもよい。

## 【 0 0 2 5 】

この発明は、また、上述したような製造方法によって得られた多層セラミック基板にも向けられる。

## 【 0 0 2 6 】

また、この発明は、上述した多層セラミック基板と、この多層セラミック基板を実装するマザーボードとを備える、電子装置にも向けられる。

## 【 0 0 2 7 】

## 【発明の実施の形態】

図 1 は、この発明の一実施形態による多層セラミック基板 1 を図解的に示す断面図である。図示した多層セラミック基板 1 は、セラミック多層モジュールを構成するものである。

【 0 0 2 8 】

多層セラミック基板 1 は、積層された複数のセラミック層 2 をもって構成される積層体 3 を備えている。この積層体 3 において、セラミック層 2 に関連して種々の配線導体が設けられている。

【 0 0 2 9 】

上述した配線導体としては、積層体 3 の積層方向における端面上に形成されるいくつかの外部導体膜 4 および 5、セラミック層 2 の間の界面に沿って形成されるいくつかの内部導体膜 6、ならびにセラミック層 2 の特定のものを貫通するように形成されるいくつかのビアホール導体 7 等がある。

【 0 0 3 0 】

上述した外部導体膜 4 は、積層体 3 の外表面上に搭載されるべき電子部品 8 および 9 への接続のために用いられる。図 1 では、たとえば半導体デバイスのように、バンプ電極 1 0 を備える電子部品 8、およびたとえばチップコンデンサのように面状の端子電極 1 1 を備える電子部品 9 が図示されている。

【 0 0 3 1 】

電子部品 8 は、バンプ電極 1 0 に対して半田リフロー工程を適用したり超音波付与工程や熱圧着工程を適用したりすることによって、バンプ電極 1 0 を介して外部導体膜 4 に接合される。他方、電子部品 9 は、外部導体膜 4 に対して端子電極 1 1 を面对向させた状態で、端子電極 1 1 をたとえば半田または導電性接着剤を用いて外部導体膜 4 に接合することによって、積層体 3 上に搭載された状態とされる。

【 0 0 3 2 】

また、外部導体膜 5 は、図 1 において想像線で示すように、この多層セラミック基板 1 を実装するマザーボード 1 2 への接続のために用いられる。すなわち、多層セラミック基板 1 は、外部導体膜 5 を介して電氣的に接続された状態で、マザーボード 1 2 上に実装され、所望の電子装置を構成する。

【 0 0 3 3 】

図 1 に示した多層セラミック基板 1 に備える積層体 3 は、図 2 に示すような生の積層体 1 3 を焼成することによって得られるものである。

## 【 0 0 3 4 】

生の積層体 1 3 は、前述したセラミック層 2 となるべき積層された複数の基体用グリーン層 1 4 を備えている。基体用グリーン層 1 4 は、低温焼結セラミック材料を含んでいる。

## 【 0 0 3 5 】

上述した低温焼結セラミック材料は、セラミック粉末とガラス成分とを含んでいる。セラミック粉末としては、たとえばアルミナ粉末が用いられる。また、ガラス成分は、当初からガラス粉末として含有されていても、焼成工程においてガラス質を析出するものであってもよい。ガラス成分としては、ホウケイ酸系のガラスを有利に用いることができる。

## 【 0 0 3 6 】

生の積層体 1 3 は、また、基体用グリーン層 1 4 の特定のものの主面に接するように配置される拘束用グリーン層 1 5 を備えている。拘束用グリーン層 1 5 は、上述した低温焼結セラミック材料の焼結温度では焼結しない無機材料を含む。この実施形態では、拘束用グリーン層 1 5 は、生の積層体 1 3 の積層方向における両端に位置するように配置される。

## 【 0 0 3 7 】

なお、上述した基体用グリーン層 1 4 に含まれる低温焼結セラミック材料および拘束用グリーン層 1 5 に含まれる無機材料を各々選択するにあたっては、焼成工程において、これら低温焼結セラミック材料と無機材料とが互いに化学的に反応するものが選択される。

## 【 0 0 3 8 】

ここで、化学的に反応するとは、低温焼結セラミック材料に含まれる成分元素と無機材料に含まれる成分元素とが、互いに原子レベルで混じり合うことを言う。この原子レベルでの混じり合いには、低温焼結セラミック材料に含まれる成分元素と無機材料に含まれる成分元素とから新たな結晶相を形成する場合と、そうでない場合とがある。結晶相を形成しない場合として、低温焼結セラミック材料および無機材料のいずれか一方に含まれるガラス相、アモルファス相または結晶相に、いずれか他方に含まれる成分元素が拡散、溶解または固溶する場合がある。

## 【0039】

たとえば、低温焼結セラミック材料において、ホウケイ酸ガラスを用い、無機材料において、マグネシアまたはジルコニアを用いた場合、化学的な反応の結果、 $\text{MgSiO}_3$  または  $\text{ZrSiO}_4$  などが生成されやすい。また、低温焼結セラミック材料において、ホウケイ酸ガラスを用い、無機材料において、酸化亜鉛、酸化ニッケル、酸化ランタン、酸化コバルト、酸化クロム、酸化チタン、酸化鉄、酸化カルシウム、炭化ケイ素、炭化ホウ素、炭化タングステン、窒化ケイ素および窒化ホウ素から選ばれる少なくとも1種またはこれら2種以上の複合酸化物を用いた場合、これら成分元素の化学的な反応によって、新たな結晶相を生成させることができる。また、低温焼結セラミック材料において、アルミナを用い、無機材料において、マグネシアまたは酸化コバルトを用いた場合、上述した化学的な反応の結果、スピネル構造の反応物が生成される。

## 【0040】

また、低温焼結セラミック材料において、ホウケイ酸ガラスを用い、無機材料において、アルミナを用いた場合、通常、これらの間での反応性は乏しいが、アルミナを粒径100nm以下といった非常に細かいアルミナ粉末とすることにより、アルミナが、低温焼結セラミック材料に含まれるガラス相に溶解するようになる。

## 【0041】

生の積層体13は、さらに、基体用グリーン層14に関連して設けられる配線導体を備えている。この配線導体としては、前述したように、外部導体膜4および5、内部導体膜6ならびにビアホール導体7等を備えている。

## 【0042】

このような生の積層体13を作製するため、たとえば、次のような各工程が実施される。

## 【0043】

まず、基体用グリーン層14を得るため、セラミック粉末とガラス粉末とを混合して得られた混合粉末に、バインダ、分散剤、可塑剤および有機溶剤等を各々

適量添加し、これらを混合することによって、セラミックスラリーを作製する。次いで、このセラミックスラリーをドクターブレード法等によってシート状に成形して、基体用グリーン層 1 4 となるべき基体用セラミックグリーンシートを得る。

【 0 0 4 4 】

次いで、得られた基体用セラミックグリーンシートに、必要に応じて、ビアホール導体 7 を形成するための貫通孔を設け、この貫通孔に導電性ペーストまたは導体粉を充填することによって、ビアホール導体 7 を形成する。また、基体用セラミックグリーンシート上に、必要に応じて、たとえば銀系導電性ペーストを印刷することによって、外部導体膜 4 および 5 ならびに内部導体膜 6 を形成する。

【 0 0 4 5 】

そして、これら基体用セラミックグリーンシートを所定の順序をもって積層する。

【 0 0 4 6 】

他方、拘束用グリーン層 1 5 を得るため、低温焼結セラミック材料と化学的に反応し得る無機材料粉末に、バインダ、分散剤、可塑剤および有機溶剤等を各々適量添加し、これらを混合することによって、無機材料スラリーを作製する。そして、この無機材料スラリーをドクターブレード法等によってシート状に成形して、拘束用グリーン層 1 5 のための拘束用セラミックグリーンシートを得る。

【 0 0 4 7 】

次に、前述のように積層された基体用セラミックグリーンシートの上下に、拘束用セラミックグリーンシートを積層し、プレスする。これによって、図 2 に示すように、生の積層体 1 3 が得られる。なお、必要に応じて、この生の積層体 1 3 を適当な大きさに切断してもよい。

【 0 0 4 8 】

次に、生の積層体 1 3 は、たとえば 8 0 0 ~ 1 0 0 0 ℃ 程度の温度で焼成される。この焼成工程において、拘束用グリーン層 1 5 は、それ自身、実質的に収縮しない。そして、基体用グリーン層 1 4 に含まれる低温焼結セラミック材料と拘束用グリーン層 1 5 に含まれる無機材料とが互いに化学的に反応し、それによっ

て、図3に拡大して示すように、基体用グリーン層14と拘束用グリーン層15との界面16に沿って、これら低温焼結セラミック材料と無機材料とが互いに化学的に反応して生成された反応層17が形成される。この反応層17は、基体用グリーン層14と拘束用グリーン層15との間での接合力を高めるように作用する。

## 【0049】

このことから、拘束用グリーン層15による拘束作用が、基体用グリーン層14へ十分に伝わるようになり、拘束用グリーン層15が、基体用グリーン層14に対して、その主面方向での収縮を抑制するように及ぼす拘束力のため、基体用グリーン層14は、その主面方向での収縮が抑制されながら、そこに含まれる低温焼結セラミック材料が焼結する。このようにして、基体用グリーン層14は、実質的に厚み方向にのみ収縮し、得られた多層セラミック基板1における積層体3に備えるセラミック層2を形成する。

## 【0050】

なお、図3に示した拡大断面図において、界面16や反応層17と他の領域との境界線が直線をもって示されているが、これらは図示を容易にするためのもので、実際には、セラミック粉末や無機材料粉末の集合による凹凸面を与えている。

## 【0051】

前述した反応層17は、たとえば $5\mu\text{m}$ 以下の厚みをもって形成される。なお、図3において、界面16に沿い、かつたとえば $2\sim 3\mu\text{m}$ の厚みをもって形成される浸透層18が図示されている。この浸透層18は、焼成工程において、基体用グリーン層14においてガラス成分が軟化し、この軟化したガラス成分が、毛細管現象等に基づいて、拘束用グリーン層15へと浸透することによって形成されたものである。すなわち、この浸透層18は、いわゆる物理的な作用によって形成されたものであり、前述した反応層17のように、化学的な作用によって形成されたものと区別されるべきである。

## 【0052】

反応層17をより確実に形成するためには、焼成プロファイルを制御すること

が好ましい。たとえば、焼成工程における昇温速度に関しては、これが遅いほど反応層 1 7 が形成されやすく、好ましくは、 $15^{\circ}\text{C}/\text{分}$ 以下の昇温速度が適用される。

#### 【0053】

また、焼成工程における最高温度での保持時間は、10分以上に選ばれることが好ましく、30～60分の範囲に選ばれることがより好ましい。この保持時間が60分を超えて長くなると、焼結後の積層体 3 の表面にガラス成分が浮き出すことがあるからである。

#### 【0054】

以上のような焼成工程を終えた後、拘束用グリーン層 1 5 および反応層 1 7 の少なくとも一部が除去される。拘束用グリーン層 1 5 および反応層 1 7 の除去は、拘束用グリーン層 1 5 が焼結されないため、容易に行なうことができる。

#### 【0055】

このようにして、図 1 に示した多層セラミック基板 1 における積層体 3 が得られる。この積層体 3 の外表面上に、電子部品 8 および 9 を実装すれば、図 1 に示すような多層セラミック基板 1 が完成される。

#### 【0056】

なお、以上説明した実施形態では、拘束用グリーン層 1 5 が、生の積層体 1 3 の積層方向における両端に位置するように配置されたが、このような拘束用グリーン層 1 5 に代えて、あるいは拘束用グリーン層 1 5 に加えて、基体用グリーン層 1 4 の間に位置するように、拘束用グリーン層が配置されてもよい。このように、基体用グリーン層 1 4 の間に配置される拘束用グリーン層には、焼成工程において、基体用グリーン層 1 4 に含まれていたガラス成分等の一部が浸透し、それによって、拘束用グリーン層が固化されるように、そこに含まれる無機材料粉末が固着される。このような拘束用グリーン層は、焼成工程の後、除去されず、製品となる多層セラミック基板に備える積層体中に存在することになる。

#### 【0057】

次に、前述した反応層 1 7 の形成による効果を確認するために実施した実験例について説明する。

【0058】

この実験例では、図1ないし図3を参照して前述した製造方法に従って、生の積層体13を作製し、この生の積層体13を焼成することによって、焼結された積層体3を得た。

【0059】

基体用グリーン層14に含まれる低温焼結セラミック材料として、表1に示すような種々の組成のガラス成分を有するガラス粉末にアルミナ粉末を混合したものをを用いた。ここで、ガラス粉末として、平均粒径 $1.5\mu\text{m}$ および比表面積 $4\text{m}^2/\text{g}$ のものをを用いた、

また、拘束用グリーン層15に含まれる無機材料として、表1に示すような種々のセラミック粉末を用いた。ここで、セラミック粉末の平均粒径は $2\mu\text{m}$ とし、比表面積は $2\text{m}^2/\text{g}$ とした。

【0060】

このようにして得られた各試料に関して、生の積層体13を焼成した後での基体用グリーン層14と拘束用グリーン層15との界面16における反応層17の有無を、走査型電子顕微鏡で観察することによって確認した。また、各試料について、焼成による収縮率および $10\text{cm}$ 口での反り量を求めた。これらの結果が、表1に示されている。

【0061】

【表 1】

試料番号	基体用グリーン層 ガラス成分	拘束用グリーン層 無機材料	反応層の 有無	収縮率 (%)	反り量 ( $\mu\text{m}$ )
1*	Si-B-O	$\text{Al}_2\text{O}_3$	なし	0.20	300
2*	Si-B-O	$\text{ZrO}_2$	なし	0.05	200
3	Si-B-Ca	$\text{ZrO}_2$	あり	0.05	100
4	Si-B-Mg	$\text{ZrO}_2$	あり	0.05	100
5	Si-B-Sr	$\text{ZrO}_2$	あり	0.05	100
6	Si-B-Ba	$\text{ZrO}_2$	あり	0.05	100
7	Si-B-O	$\text{MgAl}_2\text{O}_4$	あり	0.05	100
8	Si-B-Ca	$\text{MgAl}_2\text{O}_4$	あり	0.05	100
9	Si-B-Mg	$\text{MgAl}_2\text{O}_4$	あり	0.05	100
10	Si-B-Sr	$\text{MgAl}_2\text{O}_4$	あり	0.05	100
11	Si-B-Ba	$\text{MgAl}_2\text{O}_4$	あり	0.05	100
12	Si-B-O	$\text{MgO}$	あり	0.05	100
13	Si-B-Ca	$\text{MgO}$	あり	0.05	100
14	Si-B-Mg	$\text{MgO}$	あり	0.05	100
15	Si-B-Sr	$\text{MgO}$	あり	0.05	100
16	Si-B-Ba	$\text{MgO}$	あり	0.05	100
17	Si-B-O	$\text{SiO}_2$	あり	0.05	100
18	Si-B-Ca	$\text{SiO}_2$	あり	0.05	100
19	Si-B-Mg	$\text{SiO}_2$	あり	0.05	100
20	Si-B-Sr	$\text{SiO}_2$	あり	0.05	100
21	Si-B-Ba	$\text{SiO}_2$	あり	0.05	100
22	Si-B-O	$3\text{Al}_2\text{O}_3$ $2\text{SiO}_2$	あり	0.05	100
23	Si-B-Ca	$3\text{Al}_2\text{O}_3$ $2\text{SiO}_2$	あり	0.05	100
24	Si-B-Mg	$3\text{Al}_2\text{O}_3$ $2\text{SiO}_2$	あり	0.05	100
25	Si-B-Sr	$3\text{Al}_2\text{O}_3$ $2\text{SiO}_2$	あり	0.05	100
26	Si-B-Ba	$3\text{Al}_2\text{O}_3$ $2\text{SiO}_2$	あり	0.05	100
27	Si-B-O	$\text{La}_2\text{O}_3$	あり	0.05	100
28	Si-B-Ca	$\text{La}_2\text{O}_3$	あり	0.05	100
29	Si-B-Mg	$\text{La}_2\text{O}_3$	あり	0.05	100
30	Si-B-Sr	$\text{La}_2\text{O}_3$	あり	0.05	100
31	Si-B-Ba	$\text{La}_2\text{O}_3$	あり	0.05	100

【0062】

表 1 において、試料番号に \* を付したものは、この発明の範囲外の比較例に相当している。

【0063】

表 1 を参照して、反応層 17 が形成された試料 3 ~ 31 によれば、反応層を形

成していない試料 1 および 2 に比べて、収縮率および反り量が双方とも小さく、拘束用グリーン層 1 5 による基体用グリーン層 1 4 の収縮抑制効果が十分に発揮されていることがわかる。

## 【 0 0 6 4 】

## 【発明の効果】

以上のように、この発明によれば、いわゆる無収縮プロセスを適用しながら、多層セラミック基板を製造するにあたって、基体用グリーン層に含まれる低温焼結セラミック材料と拘束用グリーン層に含まれる無機材料とが、焼成工程において互いに化学的に反応するものであり、焼成工程を実施したとき、基体用グリーン層と拘束用グリーン層との界面に沿って、低温焼結セラミック材料と無機材料とが互いに化学的に反応して生成された反応層が形成されるので、この反応層を、基体用グリーン層と拘束用グリーン層との間での接合力を高めるように作用させることができる。

## 【 0 0 6 5 】

したがって、焼成工程において、拘束用グリーン層による拘束作用を、基体用グリーン層に十分伝えることができ、基体用グリーン層に対する収縮抑制効果を十分に働かせることができる。その結果、基体用グリーン層の主面方向での収縮が十分に抑制され、そのため、得られた多層セラミック基板において、反り等の不所望な変形が生じにくくすることができる。

## 【 0 0 6 6 】

したがって、小型化かつ配線の高密度化が図られた多層セラミック基板を、高い信頼性をもって製造することができる。

## 【 0 0 6 7 】

この発明において、焼成工程での昇温速度を 1 5 ℃ / 分以下に選ぶと、上述した反応層がより形成されやすくすることができる。

## 【 0 0 6 8 】

また、焼成工程における最高温度での保持時間を 1 0 分以上とすることによっても、反応層がより形成されやすくすることができる。

## 【 0 0 6 9 】

また、この発明に係る製造方法によって得られた多層セラミック基板をマザーボード上に実装して、電子装置を構成すれば、前述したように、多層セラミック基板に関して、小型化かつ配線の高密度化が図られ、また、反り等の変形が生じにくいので、このような電子装置の小型化かつ多機能化を有利に図ることができる。とともに、電子装置における多層セラミック基板とマザーボードとの接続等に対する信頼性を高めることができる。

【図面の簡単な説明】

【図 1】

この発明の一実施形態による多層セラミック基板 1 を図解的に示す断面図である。

【図 2】

図 1 に示した積層体 3 を得るために用意される生の積層体 1 3 を図解的に示す断面図である。

【図 3】

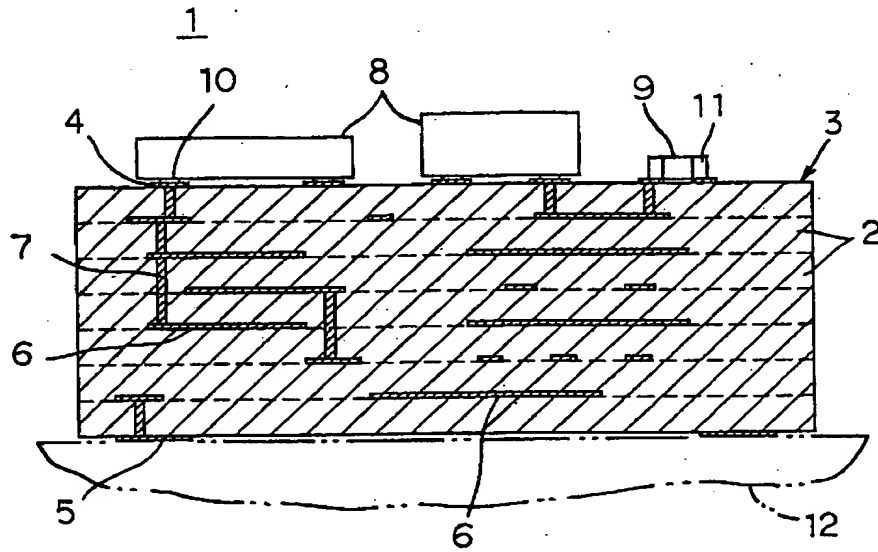
図 2 に示した生の積層体 1 3 の一部を拡大して図解的に示す断面図である。

【符号の説明】

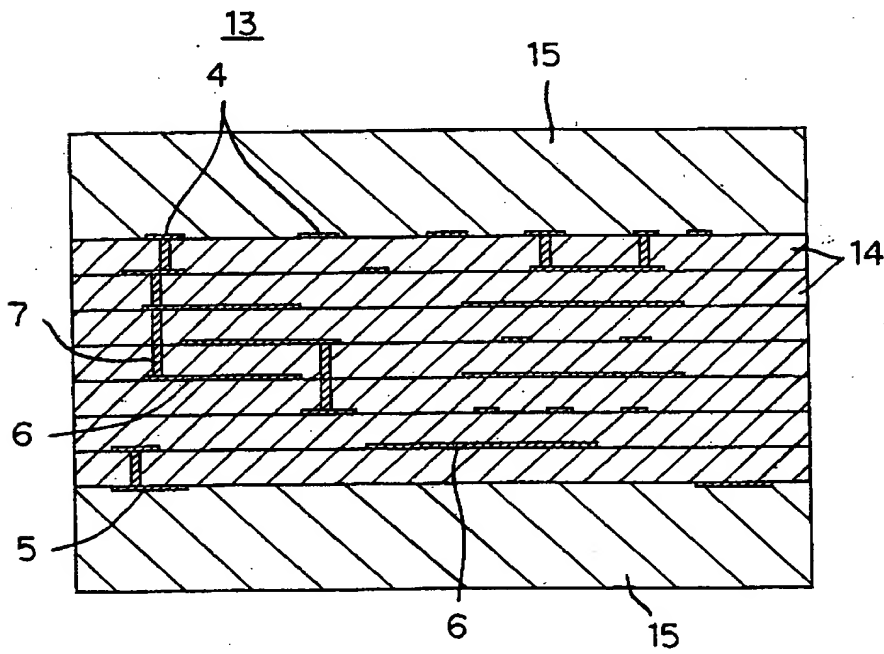
- 1 多層セラミック基板
- 2 セラミック層
- 3 積層体
- 4, 5 外部導体膜（配線導体）
- 6 内部導体膜（配線導体）
- 7 ビアホール導体（配線導体）
- 8, 9 電子部品
- 1 2 マザーボード
- 1 3 生の積層体
- 1 4 基体用グリーン層
- 1 5 拘束用グリーン層
- 1 6 界面
- 1 7 反応層

【書類名】 図面

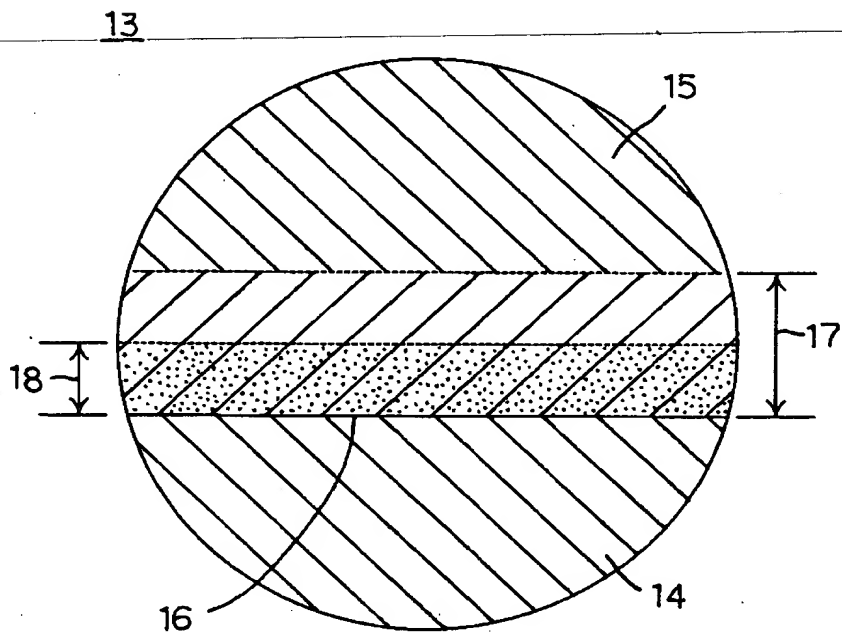
【図 1】



【図 2】



【図 3】



【書類名】 要約書

【要約】

【課題】 多層セラミック基板をいわゆる無収縮プロセスに基づいて製造する際、焼成工程において、拘束用グリーン層による拘束作用を基体用グリーン層に十分に伝え、十分な収縮抑制効果が得られるようにし、得られた多層セラミック基板において、反り等の不所望な変形が生じにくいようにする。

【解決手段】 基体用グリーン層 1 4 に含まれる低温焼結セラミック材料と拘束用グリーン層 1 5 に含まれる無機材料とが、焼成工程において互いに化学的に反応するようにし、基体用グリーン層 1 4 と拘束用グリーン層 1 5 との界面 1 6 に沿って、低温焼結セラミック材料と無機材料とが互いに化学的に反応して生成された反応層 1 7 が形成されるようにする。反応層 1 7 は、基体用グリーン層 1 4 と拘束用グリーン層 1 5 との間での接合力を高めるように作用する。

【選択図】 図 3

出 願 人 履 歴 情 報

識別番号 [000006231]

1. 変更年月日 1990年 8月28日

[変更理由] 新規登録

住 所 京都府長岡京市天神二丁目26番10号  
氏 名 株式会社村田製作所